

**TUGAS AKHIR**  
**KARAKTERISASI MATERIAL BESI COR KELABU**  
**AKIBAT PENGARUH FeSi 4% + FeMn 4%**  
**PADA PROSES CASTING**  
**DENGAN CETAKAN LOGAM DAN PASIR**



Sebagai Syarat Menyelesaikan Progam Studi Stara I  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh :  
**NOVFIAN REKZY WICAKSENA**  
NIM : D 200 160 073

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**2021**

## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul **"KARAKTERISASI MATERIAL BESI COR KELABU AKIBAT PENGARUH FeSi 4% + FeMn 4% PADA PROSES CASTING DENGAN CETAKAN LOGAM DAN PASIR"** yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan/atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 29 Mei 2021

Yang menyatakan,



**NOVFIAN REKZY WICAKSENA**

**D 200 160 073**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul "**KARAKTERISASI MATERIAL BESI COR KELABU AKIBAT PENGARUH FeSi 4% + FeMn 4% PADA PROSES CASTING DENGAN CETAKAN LOGAM DAN PASIR**", telah disetujui oleh pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **NOVFIAN REKZY WICAKSENA**

NIM : **D 200 160 073**

Disetujui pada :

Hari : **Sabtu**

Tanggal : **29 Mei 2021**

Pembimbing

Tugas Akhir



**Agus Yulianto S.T.,M.T**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul “KARAKTERISASI MATERIAL BESI COR KELABU AKIBAT PENGARUH FeSi 4% + FeMn 4% PADA PROSES CASTING DENGAN CETAKAN LOGAM DAN PASIR”, telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **NOVFIAN REKZY WICAKSENA**  
NIM : **D 200 160 073**

Disetujui pada :

Hari : **Sabtu**  
Tanggal : **29 Mei 2021**

Tim Penguji :

Ketua : **Agus Yulianto S.T.,M.T.**

Sekretaris : **Bambang Waluyo Febriantoko S.T.,M.T.**

Anggota : **Agung Setyo Darmawan S.T.,M.T.**

Ketua Jurusan,  
Teknik Mesin



**Ir. Subroto, M.T.**



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK  
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

Jl. A.Yani, Pabelan, Kartasura, TromolPos I Telp. (0271) 717417  
ext. 222

---

**LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR**

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta Nomor 129/II/2020 Tanggal 10 september 2020 tentang Pembimbing Tugas Akhir dengan ini :

Nama : Agus Yulianto S.T, M.T.  
Pangkat/Jabatan : Lektor  
Kedudukan : Pembimbing

Memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : Novfian Rekzy Wicaksana  
Nomor Induk : D 200 160 073  
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir  
Judul/Topik : Karakterisasi Material Besi Cor Kelabu Akibat Pengaruh FeSi 4% + FeMn 4% Pada Proses *Casting* Dengan Cetakan Logam Dan Pasir  
Rincian Soal/Tugas : Meneliti Pengaruh Inokulasi FeSi 4% + FeMn 4% pada Besi Cor Kelabu pada Proses Pengecoran dengan Cetakan Pasir dan Logam dengan Pengujian Kekerasan, Struktur Mikro, dan SEM - EDS.

Demikian Soal Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 5 Oktober 2020

Pembimbing

Agus Yulianto S.T.,M.T

## **MOTTO**

Barang siapa bertakwa kepada Allah maka Dia akan menjadikan jalan keluar baginya dan memberinya rezeki dari jalan yang tidak ia sangka

(Q.S. Ath-Thalaq ayat 2-3)

Pendidikan memiliki akar yang pahit, tapi buahnya manis.

(Aristoteles)

Pendidikan itu mengorbankan api, bukan mengisi bejana.

(Socrates)

Apabila anda melakukan sesuatu hal yang anda takutkan, maka rasa takut itu akan hilang.

(Deddy Corbuzier)

Dengan ilmu kita menuju kemuliaan.

(Ki Hajar Dewantara)

Bermimpilah dalam hidup, jangan hidup dalam mimpi.

(Laskar Pelangi)

Mulai dari hal terkecil dan yakinlah akan menjadi besar

(Penulis)

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Penulis persembahkan Tugas Akhir ini kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak (Kasdi) Ibu (Warsini) sebagai orang tua serta sebagai pahlawan yang telah memberikan motivasi dan contoh yang baik dalam membentuk karakter saya, meskipun semua itu dilakukan dengan penuh perjuangan dan air mata yang semata-mata ingin menjadikan anaknya berakhlak dan dapat bermanfaat bagi orang lain.
3. Seluruh Dosen Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.



**KARAKTERISASI MATERIAL BESI COR KELABU AKIBAT  
PENGARUH FeSi 4% + FeMn 4% PADA PROSES CASTING DENGAN  
CETAKAN LOGAM DAN PASIR**

**Novfian Rekzy Wicaksana, Agus Yulianto, S.T., M.T.**

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah  
Surakarta

Jl. A. Yani Tromol POS 1 Pabelan Surakarta

Email : [novfianrekzywicaksana@gmail.com](mailto:novfianrekzywicaksana@gmail.com)

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Karakterisasi Material Besi Cor Kelabu Akibat Pengaruh FeSi 4% + Fe Mn 4% Pada Proses Casting Dengan Cetakan Logam dan Pasir.

Pembuatan material menggunakan besi cor kelabu dengan variasi unsur FeSi 4% + FeMn 4%. Proses pembuatan dengan menggunakan metode sand casting dengan menggunakan cetakan logam dan cetakan pasir. Kemudian material hasil pengecoran dipotong lalu di uji menggunakan metode pengujian kekerasan, struktur mikro dan SEM EDS.

Hasil dari pengujian ini kekerasan tertinggi terletak pada cetakan logam bagian bawah yang memiliki kekerasan rata-rata 259 BHN dan kekeran terendah terletak pada cetakan pasir bagian atas yaitu memiliki kekerasan rata-rata 184 BHN. Pada pengujian struktur mikro diperoleh hasil berupa fasa ferit serta perlit, dan didominasi oleh fasa perlit serta didapat grafit yang halus dan memanjang. Pada pengujian SEM pada pembesaran 2000x terlihat bahwa kerapatan pada cetakan logam lebih halus dibandingkan cetakan pasir.

**Kata kunci** : besi cor, silicon, mangan, *sand casting*, struktur mikro.



**MATERIAL CHARACTERIZATION OF GRAY IRON DUE TO THE  
EFFECT OF FeSi 4% + FeMn 4% ON CASTING PROCESS WITH IRON  
MOLD AND SAND MOLD**

**Novfian Rekzy Wicaksana, Agus Yulianto, S.T., M.T.**

*Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Muhammadiyah  
University of Surakarta*

Jl. A. Yani Tromol POS 1 Pabelan Surakarta

Email : [novfianrekzywicaksana@gmail.com](mailto:novfianrekzywicaksana@gmail.com)

***Abstract***

*This study aims to determine the characterization of gray cast iron material due to the effect of FeSi 4% + FeMn 4% on the casting process with iron mold and sand mold.*

*The material was made using gray cast iron with a variation of the element FeSi 4% + FeMn 4%. The manufacturing process uses the sand casting method using metal molds and sand molds. Then the material from the casting is cut and then tested using the hardness testing method, microstructure and SEM EDS.*

*The result of this test, the highest hardness lies in the bottom metal mold which has an average hardness of 259 BHN and the lowest toughness is located in the upper sand mold, which has an average hardness of 184 BHN. In the microstructure test, the results obtained were ferrite and pearlite phases, dominated by the pearlite phase and obtained smooth and elongated graphite. In the SEM test at 2000x magnification, it was seen that the density in the metal mold was smoother than in the sand mold.*

**Keywords:** *cast iron, silicon, manganese, sand casting, microstructure.*

## KATA PENGANTAR

***Assalamu'alaikum wa Rahmatullahi wa Barakatuh***

*Alhamdulillah rabbil'alam*, segala puji syukur bagi Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir yang berjudul **“KARAKTERISASI MATERIAL BESI COR KELABU AKIBAT PENGARUH FeSi 4% + FeMn 4% PADA PROSES CASTING”**

Kami menyadari bahwa laporan tugas akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa adanya bantuan, dukungan dan saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, kami ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Agus Yulianto, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam proses penelitian dan penyusunan laporan tugas akhir.
3. Bapak Ngafwan, Dr. Ir. M.T selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama masa perkuliahan.
4. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan selama masa perkuliahan.
5. Bapak dan Ibu tercinta atas segala doa dan dukungan yang telah diberikan.
6. Rekan seperjuangan dalam menyelesaikan tugas akhir ini Deni, Noviawan, Faurok, Bayu, Aan, Fatah.
7. Teman-teman Teknik Mesin 2016 UMS yang telah membantu dalam proses penelitian.

8. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung turut membantu dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Kami Menyadari bahwa tugas akhir ini mungkin masih memiliki beberapa kekurangan. Oleh karena itu, kami mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun demi perbaikan tugas akhir ini. Akhir kata kami berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

***Wassalamu'alaikum wa Rahmatullahi wa Barakatuh***

Surakarta, 29 Mei 2021



**Novfiah Rekzy Wicaksana**

## DAFTAR ISI

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| HALAMAN DEPAN .....               | i     |
| PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI ..... | ii    |
| HALAMAN PERSETUJUAN .....         | iii   |
| HALAMAN PENGESAHAN.....           | iv    |
| LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR .....     | v     |
| MOTTO.....                        | vi    |
| HALAMAN PERSEMBAHAN .....         | vii   |
| Abstrak.....                      | viii  |
| <i>Abstract</i> .....             | ix    |
| KATA PENGANTAR .....              | x     |
| DAFTAR ISI .....                  | xii   |
| DAFTAR GAMBAR .....               | xv    |
| DAFTAR TABEL .....                | xviii |
| BAB I.....                        | 1     |
| PENDAHULUAN.....                  | 1     |
| 1.1 Latar Belakang.....           | 1     |
| 1.2 Perumusan Masalah .....       | 2     |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....       | 2     |
| 1.4 Batasan Masalah .....         | 2     |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....      | 3     |
| 1.6 Sistematika Penulisan.....    | 3     |
| BAB II.....                       | 5     |
| DASAR TEORI.....                  | 5     |
| 2.1 Tinjauan Pustaka.....         | 5     |
| 2.2 Macam – Macam Besi Cor .....  | 7     |
| 2.3 Pengertian Inokulasi .....    | 8     |

|   |    |
|---|----|
| 2.4 Pengertian Besi Cor.....                          | 9  |
| 2.5 Pengaruh Kandungan Besi Cor .....                 | 10 |
| 2.6 Jenis – Jenis Cetakan Pada Pengecoran Logam ..... | 12 |
| 2.7 Struktur Mikro .....                              | 14 |
| 2.8 Diagram Keseimbangan Besi Karbon.....             | 14 |
| 2.9 Tanur Induksi .....                               | 15 |
| 2.10 Standart Material .....                          | 16 |
| 2.11 Pengujian Kekerasan.....                         | 18 |
| 2.12 Pengujian SEM EDS.....                           | 19 |
| 2.13 Pengujian Struktur Mikro .....                   | 21 |
| BAB III.....  | 22 |
| METODOLOGI PENELITIAN.....                            | 22 |
| 3.1 Diagram Alir Penelitian .....                     | 22 |
| 3.2 Tempat Penelitian.....                            | 23 |
| 3.3 Perencanaan Produk .....                          | 23 |
| 3.4 Alat dan Bahan .....                              | 25 |
| 3.4.1 Alat : .....                                    | 25 |
| 3.4.2 Bahan : .....                                   | 30 |
| 3.5 Proses Pengecoran .....                           | 32 |
| 3.6 Pengujian Spesimen .....                          | 36 |
| 3.6.1 Pengujian Kekerasan .....                       | 36 |
| 3.6.2 Pengujian Struktur Mikro .....                  | 38 |
| 3.6.3 Pengujian SEM EDS .....                         | 39 |
| BAB IV .....  | 41 |
| HASIL PENELITIAN & PEMBAHASAN .....                   | 41 |
| 4.1 Hasil Pengujian Struktur Mikro.....               | 41 |
| 4.1.1 Pembahasan Hasil Pengujian Struktur Mikro ..... | 46 |
| 4.2 Hasil Pengujian Kekerasan.....                    | 48 |
| 4.2.1 Pembahasan Hasil Pengujian Kekerasan .....      | 51 |
| 4.3 Hasil Pengujian SEM-EDS.....                      | 51 |
| 4.3.1 Pembahasan Hasil Pengujian SEM EDS .....        | 57 |

|                            |    |
|----------------------------|----|
| BAB V .....                | 58 |
| KESIMPULAN DAN SARAN ..... | 58 |
| 5.1    Kesimpulan .....    | 58 |
| 5.2    Saran .....         | 59 |
| DAFTAR PUSTAKA .....       | 60 |
| LAMPIRAN.....              | 62 |

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2.1 Struktur Grafit pada Besi Cor M 100x dengan Inokulasi.<br>(Widodo R,2010)..... | 8  |
| Gambar 2.2 Cetakan Pasir Terbuka dan Tertutup.(Groover,Mikell.,2010)                      | 13 |
| Gambar 2.3 Cetakan Logam Terbuka dan Tertutup.<br>(Groover,Mikell.,2010).....             | 14 |
| Gambar 2.4 Diagram Kesetimbangan Fasa Besi Karbon. (Massalski,<br>1990).....              | 15 |
| Gambar 2.5 Tanur Induksi. (Groover,2010).....   | 16 |
| Gambar3.1 Diagram Alir Penelitian .....   | 22 |
| Gambar 3.2 Rancangan 3D Produk Pengujian. ....  | 23 |
| Gambar 3.3 Rancangan 2D Produk Pengujian. ....  | 24 |
| Gambar 3.4 Rancangan 2D dan 3D Cetakan Logam. ....  | 24 |
| Gambar 3.5 (a) Cetakan Logam/Permanen. (b) Cetakan kayu/Cetakan<br>Pasir.....             | 25 |
| Gambar 3.6 Tungku Pengecoran.....   | 25 |
| Gambar 3.7 Gerinda. ....  | 26 |
| Gambar 3.8 Amplas 100Cw, 400 Cw, 600 Cw, 800 Cw dan 1000 Cw.....                          | 26 |
| Gambar 3.9 Autosol. ....  | 26 |
| Gambar 3.10 Cobek.....  | 27 |
| Gambar 3.11 Kowi. ....  | 27 |
| Gambar 3.12 Kayu Penumbuk.....  | 27 |
| Gambar 3.13 Cetakan Sprue. ....   | 28 |
| Gambar 3.14 Ladel. ....   | 28 |
| Gambar 3.15 Alat Uji Struktur Mikro. ....   | 28 |
| Gambar 3.16 Alat Uji Kekerasan.....   | 29 |
| Gambar 3.17 Alat Uji Foto Mikrostruktur (SEM EDS)Zeiss EVO 10. ....                       | 29 |
| Gambar 3.18 Leburan Besi Cor Kelabu oleh CV.Bonjor Jaya. ....                             | 30 |
| Gambar 3.19 Mangan (Mn).....  | 30 |
| Gambar 3.20Silicon (Si).....  | 31 |



|  |    |
|--|----|
| Gambar 3.21 Resin Coated Sand.....   | 31 |
| Gambar 3.22 Serbuk Batu Kapur.....   | 32 |
| Gambar 3. 23 Pasir cetak .....   | 32 |
| Gambar 3.24 Persiapan Cetakan Logam dan Pasir.....   | 32 |
| Gambar 3. 25Pembuatan Pipa Saluran dari Resin Coated Sand. ....  | 33 |
| Gambar 3.26 Penuangan Cairan Besi Cor Kelabu ke Dalam Cetakan. ...   | 33 |
| Gambar 3.27 Pembongkaran Besi Cor Kelabu dari Cetakan.....   | 34 |
| Gambar 3.28 Gambar 3D Potongan Specimen Besi Cor Kelabu. ....  | 34 |
| Gambar 3.29 Spesimen yang Sudah Digabung Menggunakan Resin untuk Pengujian Struktur Mikro dan Kekerasan.....   | 35 |
| Gambar 3.30 (a) Desain Specimen Bagian Atas Sebelum Dipotong. (b) Desain Specimen Bagian Atas Setelah Dipotong. (c) Hasil Potongan Specimen Dengan Ukuran 1x1x2. ....            | 35 |
| Gambar 3.31 Proses Pengecoran Logam.....   | 36 |
| Gambar 3.32 Persiapan Pengujian.....   | 40 |
| Gambar 3.33 Penampilan Hasil. ....   | 40 |
| Gambar4.1Potongan Spesimen Cetakan Logam, Peralihan dan Pasir.....   | 41 |
| Gambar 4.2 Struktur Mikro Besi Cor Kelabu dengan Unsur FeSi 4% dan FeMn 4%. (a) Cetakan Bagian Logam Atas. (b) Cetakan Logam Bagian Tengah. (c) Cetakan Logam Bagian Bawah. .... | 43 |
| Gambar 4.3 Struktur Mikro Besi Cor Kelabu dengan Unsur FeSi 4% dan FeMn 4%. (a) Cetakan Peralihan Atas. (b) Cetakan Peralihan Tengah. (c) Cetakan Peralihan Bawah.....           | 44 |
| Gambar 4.4 Struktur Mikro Besi Cor Kelabu dengan Unsur FeSi 4% dan FeMn 4% (a) Cetakan Pasir Bawah (b) Cetakan Pasir Tengah (c) Cetakan Pasir Bawah.....                         | 46 |
| Gambar 4.5 Grafik Rata – rata Pengujian Brinell Besi Cor Kelabu dengan paduan FeSi 4% + FeMn 4% .....  | 50 |

|  |    |
|--|----|
| Gambar 4.6 Hasil pengujian SEM besi cor FeSi 4% + FeMn 4% dengan cetakan logam (a) pembesaran 1000x (b) pembesaran 2000x. .... | 52 |
| Gambar 4.7 Hasil Pengujian SEM Besi Cor FeSi 4% + FeMn 4% dengan cetakan pasir (a) pembesaran 1000x (b) pembesaran 2000x. .... | 53 |
| Gambar 4.8 Hasil pengujian EDS Besi Cor FeSi4% + FeMn 4% dengan cetakan logam. ....  | 54 |
| Gambar 4.9 Grafik dan Hasil Pengujian EDS Spectrum 1 Besi Cor FeSi 4% + FeMn 4% dengan cetakan logam. ....                     | 54 |
| Gambar 4.10 Grafik dan Hasil Pengujian EDS Spectrum 2 Besi Cor FeSi 4% + FeMn 4% dengan cetakan logam.....                     | 55 |
| Gambar 4.11 Hasil pengujian EDS Besi Cor FeSi4% + FeMn 4% dengan cetakan pasir.....  | 55 |
| Gambar 4.12 Grafik dan Hasil Pengujian EDS Spectrum 1 Besi Cor FeSi 4% + FeMn 4% dengan cetakan pasir.....                     | 56 |
| Gambar 4.13 Grafik dan Hasil Pengujian EDS Spectrum 1 Besi Cor FeSi 4% + FeMn 4% dengan cetakan pasir.....                     | 56 |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 3.1 Penggunaan Indentor Uji Kekerasan Brinell. ....                                  | 37 |
| Tabel 4.1 Hasil Uji Kekerasan Besi Cor Kelabu dengan Inokulasi FeSi 4%<br>dan FeMn 4%..... | 49 |